

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): MOTOWAKI, et al.
Serial No.: Not yet assigned
Filed: March 17, 2004
Title: NANOPRINT EQUIPMENT AND METHOD OF MAKING FINE
STRUCTURE
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 17, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)
hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s)
2003-077295, filed March 20, 2003.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



William I. Solomon
Registration No. 28,565

WIS/alb
Attachment
(703) 312-6600



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 7 2 9 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 7 7 2 9 5]

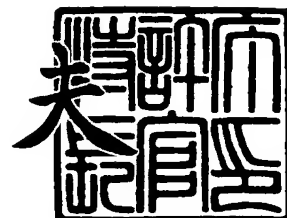
出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):



2 0 0 4 年 1 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 A300380

【提出日】 平成15年 3月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
製作所 日立研究所内

【氏名】 元脇 成久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
製作所 日立研究所内

【氏名】 宮内 昭浩

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
製作所 日立研究所内

【氏名】 荻野 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立
製作所 日立研究所内

【氏名】 桑原 孝介

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ナノプリント装置、及び微細構造転写方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを、加熱・加圧するナノプリント装置において、前記スタンプ凸部のみに剥離材を形成する機構を有することを特徴とするナノプリント装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のナノプリント装置において、前記剥離材が金型凹部深さより小さい厚みの剥離材層に前記スタンプ凸部を接触させることで剥離材を形成することを特徴とするナノプリント装置。

【請求項 3】 ナノプリント装置を用い、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを加熱・加圧するパターン転写方法において、前記スタンプ凸部のみに剥離材を形成することを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、樹脂基板または基板上の樹脂膜を、加熱して変形させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、樹脂基板または基板上の樹脂膜を加圧成型後に、光硬化させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 6】 請求項 3 に記載のパターン転写方法において、前記パターン転写が、透明スタンプ上から光を照射して、樹脂基板または基板上の樹脂膜を光硬化させるものであることを特徴とするパターン転写方法。

【請求項 7】 プレス装置を用い、基板上に微細構造を形成するためのスタンプにおいて、前記スタンプの凸部表面のみに剥離処理を施していることを特徴とするスタンプ。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、加熱・加圧機構を有するスタンプを用い、基板上に微細構造体を形成するナノプリント転写法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体集積回路は微細化、集積化が進んでおり、その微細加工を実現するためのパターン転写技術としてフォトリソグラフィ装置の高精度化が進められてきた。しかし、加工方法が光露光の光源の波長に近づき、リソグラフィ技術も限界に近づいてきた。そのため、さらなる微細化、高精度化を進めるために、リソグラフィ技術に代わり、荷電粒子線装置の一種である電子線描画装置が用いられるようになった。

【0 0 0 3】

電子線を用いたパターン形成は、i 線、エキシマレーザー等の光源を用いたパターン形成における一括露光方法とは異なり、マスクパターンを描画していく方法をとるため、描画するパターンが多ければ多いほど露光（描画）時間がかかり、パターン形成に時間がかかることが欠点とされている。そのため、2 5 6 メガ、1 ギガ、4 ギガと、集積度が飛躍的に高まるにつれ、その分パターン形成時間も飛躍的に長くなることになり、スループットが著しく劣ることが懸念される。そこで、電子ビーム描画装置の高速化のために、各種形状のマスクを組み合わせそれらに一括して電子ビームを照射して複雑な形状の電子ビームを形成する一括図形照射法の開発が進められている。この結果、パターンの微細化が進められる一方で、電子線描画装置を大型化せざるを得ないほか、マスク位置をより高精度に制御する機構が必要になるなど、装置コストが高くなるという欠点があった。

【0 0 0 4】

これに対し、微細なパターン形成を低コストで行うための技術が下記特許文献 1 及び 2、非特許文献 1 などにおいて開示されている。これは、基板上に形成したいパターンと同じパターンの凹凸を有するスタンプを、被転写基板表面に形成されたレジスト膜層に対して型押しすることで所定のパターンを転写するものであり、特に特許文献 2 記載や非特許文献 1 のナノインプリント技術によれば、シ

リコンウエハをスタンプとして用い、25ナノメートル以下の微細構造を転写により形成可能であるとしている。

【0005】

また、下記特許文献3には、高分子樹脂との剥離性が良好であり、離型剤が金型の凹部の溝部分に入り込んでおらず、プレス加工による正常なパターンの転写が可能なインプリント加工用金型を、大気中で、有毒ガスを発生することなく、製造することを目的として、金型の材料と化学的に反応する官能基を有するパーフルオロポリエーテルで被覆してなるインプリント加工用金型が開示されている。具体的には、インプリント加工用金型の表面を洗浄する第一の工程と、前記インプリント加工用金型を前記パーフルオロポリエーテルに暴露する第二の工程を含む、インプリント加工用金型の製造方法が開示されている。

【0006】

【特許文献1】

米国特許5, 259, 926号公報

【特許文献2】

米国特許5, 772, 905号公報

【特許文献3】

特開2002-283354号公報

【非特許文献1】

S. Y. Chou et al., Appl. Phys. Lett., vol. 67, p. 3314 (1995)

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、微細パターンを形成可能とされるインプリント技術によっても、基板上にプレスされたスタンプを、基板上に形成された高アスペクト比のピラー等の微細な凹凸を崩すことなく、基板から高精度かつ容易に剥離することが困難であった。

【0008】

上記特許文献3では、スタンプを剥離剤溶液中に浸漬することで離型することが開示されている。この方法では、スタンプの凹部にも離型剤が形成されるため

、高アスペクト比のピラーを形成することができなかった。

【0009】

以上の技術課題に鑑み、本発明は、微細な形状の構造体を形成するためのパターン転写技術であるナノプリント法において、高アスペクト比のピラーの転写を高精度に行うことを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、スタンプの凸部のみに離型剤を形成する手法を考え、本発明に至った。

即ち、第1に、本発明は、ナノプリント装置の発明であり、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを、加熱・加圧するナノプリント装置において、前記スタンプ凸部のみに剥離材を形成する機構を有することを特徴とする。前記スタンプ凸部のみに剥離材を形成することで、スタンプの凸部にのみ剥離層が設けられ、スタンプの凹部には剥離層が存在しないため、高アスペクト比のピラーを形成することができる。

ここで、前記剥離材が、シート状であることが好ましい。

【0011】

第2に、本発明は、パターン転写方法の発明であり、ナノプリント装置を用い、基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを加熱・加圧するパターン転写方法において、前記スタンプに剥離材を転写・塗布することを特徴とする。

【0012】

ここで、樹脂基板または基板上の樹脂膜を成型させる方法としては、①樹脂基板または基板上の樹脂膜を、加熱して変形させる、②樹脂基板または基板上の樹脂膜を加圧成型後に、光硬化させる、③樹脂基板または基板上の樹脂膜を光硬化させる、から選択されることが好ましい。

【0013】

第3に、本発明は、スタンプの発明であり、プレス装置を用い、基板上に微細構造を形成するためのスタンプにおいて、前記スタンプの凸部表面のみに剥離処

理を施していることを特徴とする。

【0 0 1 4】

【発明の実施の形態】

先ず、図1を参照しながら、ナノプリント方法について説明する。シリコン基板等の表面に微小なパターンを有するスタンプを作製する。これとは別の基板上に樹脂膜を設ける（図（a））。図示しない加熱・加圧機構を有するプレス装置を用い、該樹脂のガラス転移温度（ T_g ）以上の温度で、所定の圧力でスタンプを樹脂膜上にプレスする（図（b））。冷却・硬化させる（図（c））。スタンプと基板を剥離して、スタンプの微細なパターンを基板上の樹脂膜に転写する（図（d））。また、加熱硬化する工程の変わりに、光硬化性の樹脂を用い、成型後に、樹脂に光を照射し、樹脂を硬化させても良い。更に、ガラス等の光透過性のスタンプを用い、プレス後に、該光透過性のスタンプの上方より光を照射して、樹脂を光硬化させてもよい。

【0 0 1 5】

ナノプリント方法によれば、①集積化された極微細パターンを効率良く転写できる、②装置コストがやすい、③複雑な形状に対応できピラー形成なども可能である、等の特徴がある。

【0 0 1 6】

ナノプリント法の応用分野については、①DNAチップや免疫分析チップ等の各種バイオデバイス、特に使い捨てのDNAチップ等、②半導体多層配線、③プリント基板やRF MEMS、④光または磁気ストレージ、⑤導波路、回折格子、マイクロレンズ、偏光素子等の光デバイス、フォトニック結晶、⑥シート、⑦LCDディスプレイ、⑧FEDディスプレイ、等広く挙げられる。本発明はこれらの分野に好ましく適用される。

【0 0 1 7】

本発明において、ナノプリントとは、数 $100\mu\text{m}$ から数 nm 程度の範囲の転写を言う。

本発明において、プレス装置は、加熱・加圧機構を有するものや、光透過性スタンプの上方より光を照射できる機構を有するものが、パターン転写を効率良く

行う上で好ましい。

【0018】

本発明において、スタンプは、転写されるべき微細なパターンを有するものであり、スタンプに該パターンを形成する方法は特に制限されない。例えば、フォトリソグラフィや電子線描画法等、所望する加工精度に応じて、選択される。スタンプの材料としては、シリコンウエハ、各種金属材料、ガラス、セラミック、プラスチック等、強度と要求される精度の加工性を有するものであれば良い。具体的には、Si、SiC、SiN、多結晶Si、ガラス、Ni、Cr、Cu、及びこれらを1種以上含むものが好ましく例示される。

【0019】

本発明において、基板となる材料は特に限定されないが、所定の強度を有するものであれば良い。具体的には、シリコン、各種金属材料、ガラス、セラミック、プラスチック、等が好ましく例示される。

【0020】

本発明において、微細な構造が転写される樹脂膜は特に限定されないが、所望する加工精度に応じて、選択される。具体的には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニリデン、ポリエチレンテレフタレート、ポリ塩化ビニール、ポリスチレン、ABS樹脂、AS樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド、ポリアセタール、ポリブチレンテレフタレート、ガラス強化ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、変性ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルエーテルケトン、液晶性ポリマー、フッ素樹脂、ポリアレート、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、熱可塑性ポリイミド等の熱可塑性樹脂や、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、シリコーン樹脂、ジアリルフタレート樹脂、ポリアミドビスマレイミド、ポリビスアミドトリアゾール等の熱硬化性樹脂、及びこれらを2種以上ブレンドした材料を用いることが可能である。

【0021】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

〔実施例 1〕

図 2 は本発明のナノプリント装置である。図 2 (a) はスタンプの凸部表面に剥離材を形成するための装置である。図 2 (b) は基板にスタンプ 6 の微細凹凸を転写するための装置である。図 2 (a)、(b) それぞれに対してスタンプ 6 の表面近傍の拡大図を示したものが図 3 (a) (b) である。

【0022】

ここで、プロセス手順を説明する。まず、図 3 (a) のように表面が平滑なガラス基板 9 にシリコーン（ポリジメチルシロキサン）系剥離剤 8 をスピコートし 200 nm 厚みに塗布した。この剥離剤付き基板を図 2 (a) ステージ 3 上に置き、真空チャックで固定した。さらにこの上にスタンプ 6（5 インチ ϕ 厚さ 100 μ m、パターン部深さ 500 nm）と緩衝材 7（4 インチ ϕ 厚さ 3 mm）とを配した。加圧機構 5 を用いて 2 MPa の圧力でプレスすることにより、スタンプ 6 に剥離剤層を形成した。緩衝材 7 は基板 9 のうねりにスタンプを沿わせるために用いたものである。スタンプ 6 のパターン深さより剥離材 8 の厚みを薄くしておくことによってスタンプ 6 の凸部表面にのみ剥離層を形成することができる。

【0023】

次に図 3 (b) のように Si 基板 11（5 インチ ϕ 厚さ 0.5 mm）に樹脂（ポリスチレン 679 エイアンドエム製）を厚さ 600 nm になるようにスピコートした。剥離層 10 を形成したスタンプ 6 を位置決めして組み合わせた後、図 2 (b) のステージ 104 上にセットした。図 2 (b) の微細構造転写装置は図 2 (a) の剥離材形成装置と異なり、真空チャンバ 103 を有し、ステージ 104 は加熱機構を備えている。

【0024】

試料セット以降の工程は、図 4 を用いて説明する。図 4 (a) においてスタンプ 6 のパターンは 500 nm 角深さ 1 μ m の穴である。これを、0.1 Torr 以下に減圧し、250℃ に加熱した上で、図 4 (b) のように 12 MPa で 10 分間保持して加圧した。100℃ 以下になるまで放冷後、大気解放を行った。室温にてスタンプ裏面に剥離治具を接着固定し、0.1 mm/s で鉛直方向に引き上げたところ、図 4 (

c) のようにスタンプ穴に充填された樹脂が穴壁面と密着したまま引き上げられ、図 4 (d) のような柱状構造体が形成された。この柱状構造体の高さは、スタンプの深さの3倍以上あり、スタンプ穴の形状がそのまま転写されたものとは明らかに異なる。剥離材をスタンプ凹部にまで形成すると剥離時の樹脂の抜けが良くなって、スタンプの凹凸そのまま転写されることが多いことから、再現性よく所望の形状の柱状構造体を得るには、スタンプ凸部のみの剥離材処理が必要であるといえる。図 5 に形成したポリスチレンの柱状構造の電子顕微鏡写真を示す。

【 0 0 2 5 】

[実施例 2]

本発明の実施の形態の 1 つとして剥離材として D L C (Diamond Like Carbon) 膜を用いた例を説明する。まず、図 6 を用いて D L C 膜をスタンプの凸部表面にのみ形成する方法を説明する。図 6 (a) のように 5 インチ ϕ 厚さ 0.5mm の S i 基板を準備する。ここに図 6 (b) のようにメタンを炭素源としたプラズマ C V D 法によって、D L C 膜を 50 nm 厚みになるように形成した。次に図 6 (c) のようにスピncerを用いて、電子線露光用のフォトレジスト (O E B R 1000、東京応化製) を塗布した。続いて、図 6 (d) のように電子線描画装置 J B X 6000 F S (日本電子製) を用い、電子線ビームで直接描画することにより露光し、現像することにより、図 6 (e) のような凹凸を形成した。レジストは、直径 100 nm の円形パターンがピッチ 150 nm でマトリクス状に並ぶように残した。なお、パターンが数百 nm オーダー以上であれば、電子線ではなく、K r レーザ (波長 351 nm) 等を用いても良い。図 6 (e) の凹凸をマスクパターンとして D L C 膜および S i 基板のドライエッチングを行い、図 6 (f) のように凹凸を形成後、O₂ アッシングにより、レジストを除去した。以上の工程で、図 6 (g) の凸部表面に D L C 膜を形成した S i スタンプを得た。このスタンプを用い、実施例 1 と同様の方法で、微細凹凸の転写を行った。そして、D L C 膜を剥離材として凸部表面に形成した場合にも、スタンプ深さより高いポリスチレン柱状構造体を形成できることを確認した。なお、D L C 膜は硬いので耐久性があり、複数回の加圧に耐え、かつ低摩擦であるので剥離材として好ましい。

【 0 0 2 6 】

[実施例3]

本発明の実施の形態の1つとして、ローラー型剥離材形成装置およびローラー型ナノプリント装置を用いた例を説明する。スタンプとしてはNi製の可撓性スタンプを用いた。Niスタンプの作製方法を図7を用いて説明する。図7は概念図であり、パターン形状は単純化しかつ大きめに書かれていることを断っておく。まず、図7(a)のように5インチφ厚さ0.5mmのSi基板を準備した。次に図7(b)のようにスピコートを用いて、電子線露光用のフォトレジスト(OEBR1000、東京応化製)を塗布した。続いて、図7(c)のように電子線描画装置JBX6000FS(日本電子製)を用い、電子線ビームで直接描画することにより露光し、現像することにより、図7(d)のような凹凸を形成した。レジストは、直径100nmの円形パターンがピッチ150nmでマトリクス状に並ぶように残した。なお、パターンが数百nmオーダー以上であれば、電子線ではなく、Krレーザ(波長351nm)等を用いても良い。図7(d)の凹凸をマスクパターンとしてSi基板のドライエッチングを行い、図7(e)のようにSi基板に凹凸を形成後、O₂アッシングにより、レジストを除去した。以上の工程で、直径100nmの円柱状突起が一面に形成されたシリコン製のマスタ原盤を得た。このシリコン原盤に図7(f)のようにNiを数十nmの厚みでスパッタ成膜し、さらに図7(g)のように電気Niめっきで100μmにまで成膜を行った。図7(f)(g)の工程は無電解めっきを用いても差し支えない。最後にSi原盤を剥離することにより直径100nmの穴がマトリクス状に形成されたNiスタンプを得た。この薄く作られたNiスタンプは、可撓性を有する。

【 0 0 2 7 】

このNiスタンプを用いて、図8のローラー型ナノプリント装置を用いて、プリントを行った。スタンプはスタンプ搬送ベルトに固定されて図の右から左へ運ばれる。スタンプには被転写基板と合わせる前に、剥離材形成用ローラーにより凸部表面にフッ素ポリマーを形成した。一方、被転写側の基板は、PMMA(ポリメチルメタクリレート)の幅150mm厚さ1mmのシート形状をしており、これもガイドローラーで右方向へ搬送される。加熱機構付きガイドローラーはプレス部

が250℃に設定されており、その予備加熱として右から50、100、150、200℃になるように設定されている。N I スタンパとP M M A 基板は合わさった後、予備加熱され250℃でプレスされた。プレス圧力は12M P a に設定した。スタンパ及びP M M A 基板はプレス部で構造転写された後、90℃、20℃の冷却機構付きガイドローラーで、段階的に冷却される。なお、搬送速度は1mm/s e c とした。図9にプレス部の拡大図を示した。プレスを終えたスタンパは冷却を受けつつ、浅い角度（5°）で搬送ベルトによって、引き上げられる。これによって、図4（c）のようにほぼ鉛直方向にスタンパの引き上げが行われ、柱状構造体を形成できた。以上で明らかなようにローラー型ナノプリント装置でも剥離材の凸部表面への塗布により柱状構造が形成できる。

【0028】

【本発明の適用例】

以下、本発明の緩衝材を介してスタンパを用いるナノプリントが好ましく適用される幾つかの分野を説明する。

【0029】

【実施例4：バイオ（免疫）チップ】

図10はバイオチップ900の概略図である。ガラス製の基板901には深さ3マイクロメートル、幅20マイクロメートルの流路902が形成されており、DNA（デオキシリボ核酸）、血液、蛋白質などが含まれる検体を導入孔903から導入し、流路902を流した後、排出孔904へ流す構造になっている。流路902には分子フィルター905が設置されている。分子フィルター905には直径250ナノメートルから300ナノメートル、高さ3マイクロメートルの突起物集合体100が形成されている。

【0030】

図11は分子フィルター905が形成されている近傍の断面鳥瞰図である。基板901には流路902が形成されており、流路902の一部には突起物集合体100が形成されている。基板901は上部基板1001によって蓋をされ、検体は流路902の内部を移動することになる。例えばDNAの鎖長解析の場合、DNAを含む検体が流路902を電気泳動する際にDNAの鎖長に応じて分子フ

ィルター 9 0 5 によって DNA が高分解に分離される。分子フィルター 9 0 5 を通過した検体は基板 9 0 1 の表面に実装された半導体レーザー 9 0 6 からのレーザー光が照射される。DNA が通過する際に光検出器 9 0 7 への入射光は約 4 % 低下するため光検出器 9 0 7 からの出力信号によって検体中の DNA の鎖長を解析することができる。光検出器 9 0 7 で検出された信号は信号配線 9 0 8 を介して信号処理チップ 9 0 9 に入力される。信号処理チップ 9 0 9 には信号配線 9 1 0 が結線されており、信号配線 9 1 0 は出力パッド 9 1 1 に結線され、外部からの端子に接続される。なお、電源は基板 9 0 1 の表面に設置された電源パッド 9 1 2 から各部品へ供給した。

【 0 0 3 1 】

図 1 2 に分子フィルター 9 0 5 の断面図を示す。本実施例の分子フィルター 9 0 5 は、凹部を有する基板 9 0 1 と、基板 9 0 1 の凹部に形成された複数の突起物と、基板の凹部を覆うように形成された上部基板 1 0 0 1 から構成されている。ここで、突起物の先端部は上部基板と接触するように形成されている。突起物集合体 1 0 0 の主な成分は有機物であるため、変形することが可能であり、よって上部基板 1 0 0 1 を流路 9 0 2 にかぶせる際に突起物集合体 1 0 0 が破損することはない。従って、上部基板 1 0 0 1 と突起物集合体 1 0 0 を密着させることが可能となる。このような構成とすることにより、検体が突起物と上部基板 1 0 0 1 との隙間から漏れることがなく、高感度な分析が可能となる。実際に DNA の鎖長解析を実施した結果、ガラス製の突起物集合体 1 0 0 では塩基対の分解能が半値幅で 1 0 塩基対であったのに対し、有機物製の突起物集合体 1 0 0 では塩基対の分解能が半値幅で 3 塩基対に改善できることが分かった。本実施例の分子フィルターでは、突起物と上部基板が直接接触する構造としたが、例えば、上部基板に突起物と同じ材料の膜を形成し、突起物とこの膜が接触する構造とすれば密着性の向上を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

なお、本実施例では流路 9 0 2 は一本であったが、異なる大きさの突起物を設置した複数の流路 9 0 2 を配置することで同時に異なる分析を行うことも可能である。

【 0 0 3 3 】

また、本実施例では検体としてDNAを調べたが、突起物集合体100の表面に糖鎖、蛋白質、抗原と反応する分子を予め修飾することで特定の糖鎖、蛋白質、抗原を分析してもよい。このように、突起物の表面に抗体を修飾させることで、免疫分析の感度を向上させることができる。

【 0 0 3 4 】

本発明をバイオチップに適用することにより、直径がナノスケールの有機材料製の分析用突起物を簡便に形成できる効果を得られる。また、モールド表面の凹凸や有機材料薄膜の粘度を制御することで有機材料製突起物の位置、直径、高さを制御できる効果も得られる。高感度の分析用マイクロチップを提供することができる。

【 0 0 3 5 】

[実施例 5：多層配線基板]

図13は多層配線基板を作製するための工程を説明する図である。まず図13(a)に示すように、シリコン酸化膜1002と銅配線1003とで構成された多層配線基板1001の表面にレジスト702を形成した後にスタンプ(図示省略)によるパターン転写を行なう。次に、多層配線基板1001の露出領域703を CF_4/H_2 ガスによってドライエッチングすると図13(b)に示すように多層配線基板1001表面の露出領域703が溝形状に加工される。次にレジスト702をRIEによりレジストエッチングして、段差の低い部分のレジストを除去することで図13(c)に示すように露出領域703が拡大して形成される。この状態から、先に形成した溝の深さが銅配線1003に到達するまで露出領域703のドライエッチングを行うと、図13(d)に示すような構造が得られ、次にレジスト702を除去することで図13(e)に示すような、表面に溝形状を有する多層配線基板1001が得られる。この状態から、多層配線基板1001の表面にスパッタにより金属膜を形成した後(図示省略)、電解メッキを行なうことで図13(f)に示すように金属メッキ膜1004が形成される。その後、多層配線基板1001のシリコン酸化膜1002が露出するまで金属メッキ膜1004の研磨を行なえば、図13(g)に示すように金属配線を表面に有す

る多層配線基板 1 0 0 1 を得ることができる。

【 0 0 3 6 】

また、多層配線基板を作製するための別な工程を説明する。図 1 3 (a) で示した状態から露出領域 7 0 3 のドライエッチングを行なう際に、多層配線基板 1 0 0 1 内部の銅配線 1 0 0 3 に到達するまでエッチングすることで、図 1 3 (h) に示す構造が得られる。次にレジスト 7 0 2 を R I E によりエッチングして、段差の低い部分のレジストを除去することで図 1 3 (i) に示す構造が得られる。この状態から、多層配線基板 1 0 0 1 の表面にスパッタによる金属膜 1 0 0 5 を形成すると図 1 3 (j) の構造が得られる。次にレジスト 7 0 2 をリフトオフで除去することで、図 1 3 (k) に示す構造が得られる。次に、残った金属膜 1 0 0 5 を用いて無電解メッキを行なうことで図 1 3 (l) に示した構造の多層配線基板 1 0 0 1 を得ることができる。

本発明を多層配線基板に適用することで、高い寸法精度を持つ配線を形成できる。

【 0 0 3 7 】

[実施例 6 : 磁気ディスク]

図 1 4 は本実施例による磁性記録媒体の全体図及び断面拡大図である。基板は微細な凹凸を有するガラスで構成される。基板上には、シード層、下地層、磁性層、保護層が形成されている。以下、図 1 5 を用いて、本実施例による磁性記録媒体の製造方法を説明する。図 1 5 にナノプリント法によるガラスへの凹凸形成方法を、半径方向に切った断面図で示す。まずガラス基板を準備する。本実施の形態ではソーダライムガラスを用いた。基板の材料については平坦性を有していれば特に限定されるものではなく、アルミノシリケートガラスなどの他のガラス基板材料や A l などの金属基板を用いても良い。そして図 1 5 (a) のように樹脂膜を 200 n m 厚みになるようにスピコートを用いて形成した。ここで樹脂としては、PMMA (ポリメチルメタクリレート) を用いた。

【 0 0 3 8 】

一方、金型としては、磁気記録媒体中央の穴に同心円状になるように溝を形成した S i ウエハを用意する。溝寸法は幅 88 n m、深さ 200 n m とし、溝と溝の間

隔は110 nmとした。本金型の凹凸は非常に微細であるので、電子線ビームを用いたフォトリソグラフィで形成した。次に図15 (b)のように250℃に加熱して樹脂粘度を下げた上で、金型をプレスする。金型を樹脂のガラス転移点以下の温度で離型すると図15 (c)のような金型と凹凸が逆転したパターンが得られる。ナノプリント法を用いると、このように、可視光波長よりも小さい微細な、一般の光リソグラフィの露光可能寸法限界を超えたパターン形成が可能である。さらに、ドライエッチングにより、樹脂パターン底部に残った残膜を除去することにより、図15 (d)のようなパターンが形成される。この樹脂膜をマスクとして用いて、さらに基板を弗酸でエッチングすることにより、図15 (e)のように基板を加工することができ、樹脂を剥離液で除去することにより、図15 (f)のような幅110 nm深さ150 nmの溝を形成した。この後、ガラス基板上にNiPからなるシード層を無電解めっきで形成する。一般的な磁気ディスクは、NiP層を10 μ m以上の厚みで形成するが、本実施の形態では、ガラス基板に形成した微細な凹凸形状を上層にも反映させるため、100 nmに留めた。さらに一般的に磁気記録媒体形成に用いられているスパッタ法を用いて、Cr下地層15 nm、CoCrPt磁性層14 nm、C保護層10 nmを順次成膜することにより、本実施の形態の磁気記録媒体を作製した。本実施の形態の磁気記録媒体は磁性体が幅88 nmの非磁性層壁によって半径方向に隔離される。このことによって、面内磁気異方性を高めることができた。なお、研磨テープによる同心円状のパターン形成（テクスチャリング）は、従来から知られているが、パターン間隔はミクロンスケールと大きく、高密度記録媒体には適用困難である。本実施例の磁気記録媒体はナノプリント法を用いた微細パターンで磁気異方性を確保し、400 Gb/平方インチもの高密度記録を実現できた。なお、ナノプリントによるパターン形成は、円周方向に限るものではなく、半径方向に非磁性隔壁を形成することができる。さらに本実施の形態で述べた磁気異方性付与効果は、シード層、下地層、磁性層、保護層の材料によって特に限定されるものではない。

【0 0 3 9】

[実施例7：光導波路]

本実施例では入射光の進行方向が変わる光デバイスを光情報処理装置に適用し

た一例を述べる。

図 1 6 は作製した光回路 5 0 0 の概略構成図である。光回路 5 0 0 は縦 3 0 ミリメートル、横 5 ミリメートル、厚さ 1 ミリメートルの窒化アルミニウム製の基盤 5 0 1 の上に、インジウムリン系の半導体レーザーとドライバ回路からなる 1 0 個の発信ユニット 5 0 2、光導波路 5 0 3、光コネクタ 5 0 4 から構成されている。なお、1 0 個の半導体レーザーの発信波長は 5 0 ナノメートルずつ異なっており、光回路 5 0 0 は光多重通信系のデバイスの基本部品である。

【0 0 4 0】

図 1 7 は光導波路 5 0 3 内部での突起物 4 0 6 の概略レイアウト図である。発信ユニット 5 0 2 と光導波路 5 0 3 とのアライメント誤差を許容できるように、光導波路 5 0 3 の端部は幅 2 0 マイクロメートルのラップ状になっており、フォトリソニックバンドギャップによって信号光が幅 1 マイクロメートルの領域に導かれる構造になっている。なお、突起物 4 0 6 は間隔 0.5 マイクロメートルで配列したが、図 1 7 では簡略化し実際の本数よりも突起物 4 0 6 を少なく記載している。

【0 0 4 1】

光回路 5 0 0 では 1 0 種類の異なる波長の信号光を重ね合わせて出力できるが、光の進行方向を変更できるために光回路 5 0 0 の横幅を 5 ミリメートルと非常に短くでき、光通信用デバイスを小型化できる効果がある。また、モールドのプレスによって突起物 4 0 6 を形成できるため、製造コストを下げられる効果も得られる。本実施例では、入力光を重ね合わせるデバイスであったが、光の経路を制御する全ての光デバイスに光導波路 5 0 3 が有用であることは明らかである。

【0 0 4 2】

本発明を光導波路に適用することにより、有機物を主成分とする突起物を周期的に配列した構造体の中に信号光を進行させることで光の進行方向を変更できる効果を得られる。また、突起物をモールドのプレスという簡便な製造技術で形成できることから、低コストに光デバイスを製造できる効果を得られる。

【0 0 4 3】

【発明の効果】

本発明によれば、基板と表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを、加熱・加圧するナノプリント装置において、スタンプ凸部のみに剥離処理を施す機構を有することにより、高アスペクト比のピラーでも高精度の転写が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

ナノプリントの各工程を示す模式図。

【図 2】

本発明のナノプリント装置。図 2 (a) はスタンプの凸部表面に剥離材を形成するための装置。図 2 (b) は基板にスタンプの微細凹凸を転写するための装置。

【図 3】

図 3 (a) (b) は、図 2 (a)、(b) それぞれに対するスタンプの表面近傍の拡大図。

【図 4】

試料セット以降の工程。

【図 5】

形成したポリスチレンの柱状構造の電子顕微鏡写真。

【図 6】

DLC 膜をスタンプの凸部表面にのみ形成する方法。

【図 7】

Ni スタンプの作製方法。

【図 8】

ローラー型ナノプリント装置。

【図 9】

プレス部の拡大図。

【図 10】

バイオチップの概略図。

【図 11】

分子フィルターが形成されている近傍の断面鳥瞰図。

【図 1 2】

分子フィルターの断面図。

【図 1 3】

多層配線基板を作製するための工程を説明する図。

【図 1 4】

磁性記録媒体の全体図及び断面拡大図。

【図 1 5】

ナノプリント法によるガラスへの凹凸形成方法を、半径方向に切った断面図。

【図 1 6】

光回路 5 0 0 の概略構成図。

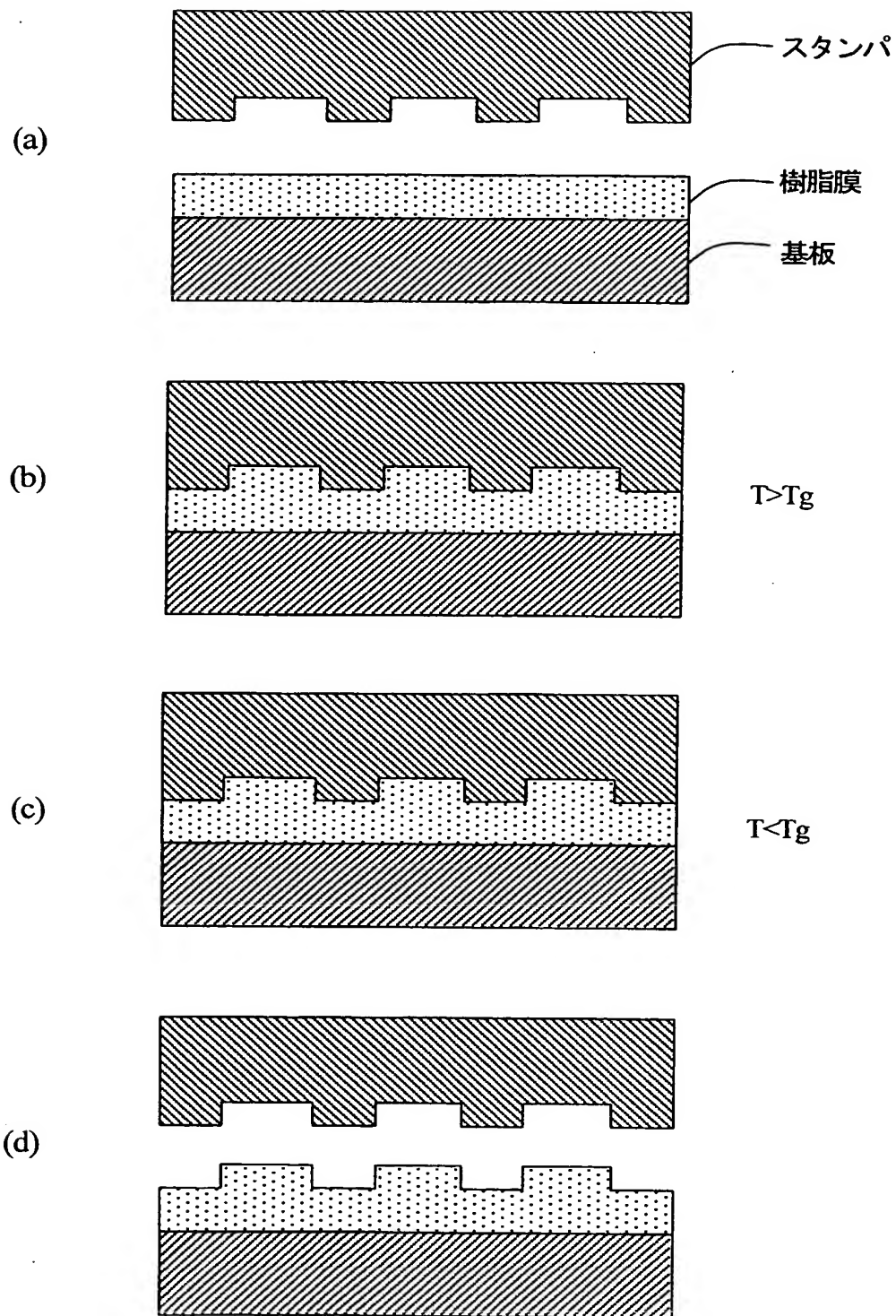
【図 1 7】

光導波路内部での突起物の概略レイアウト図。

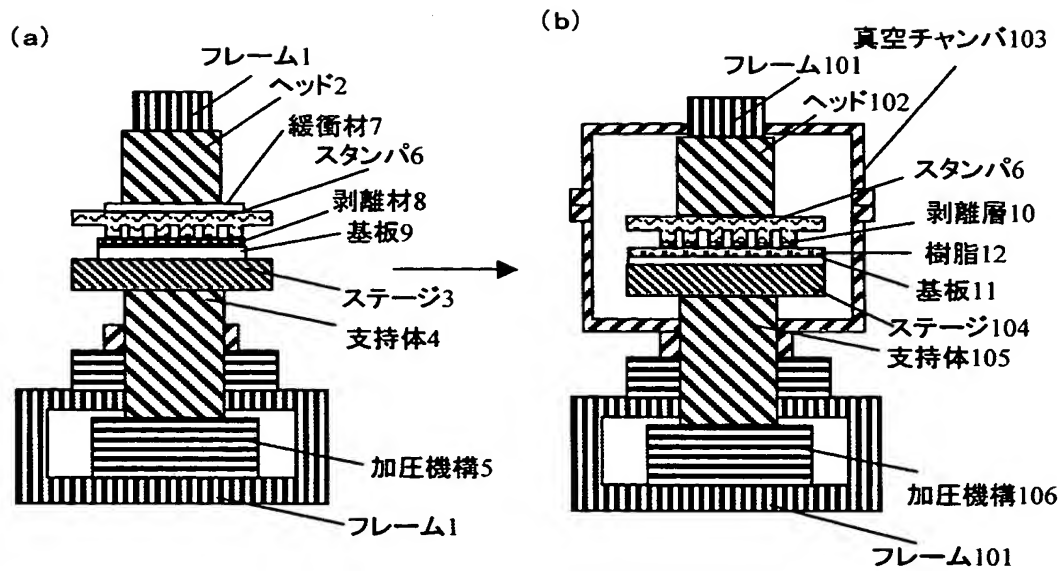
【書類名】

図面

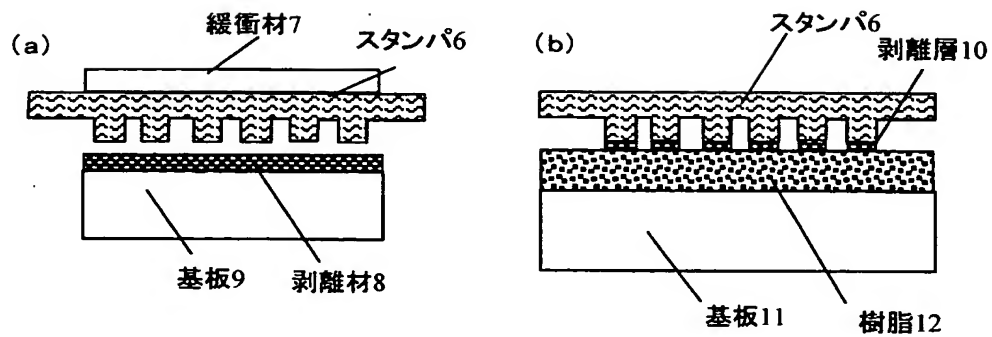
【図 1】



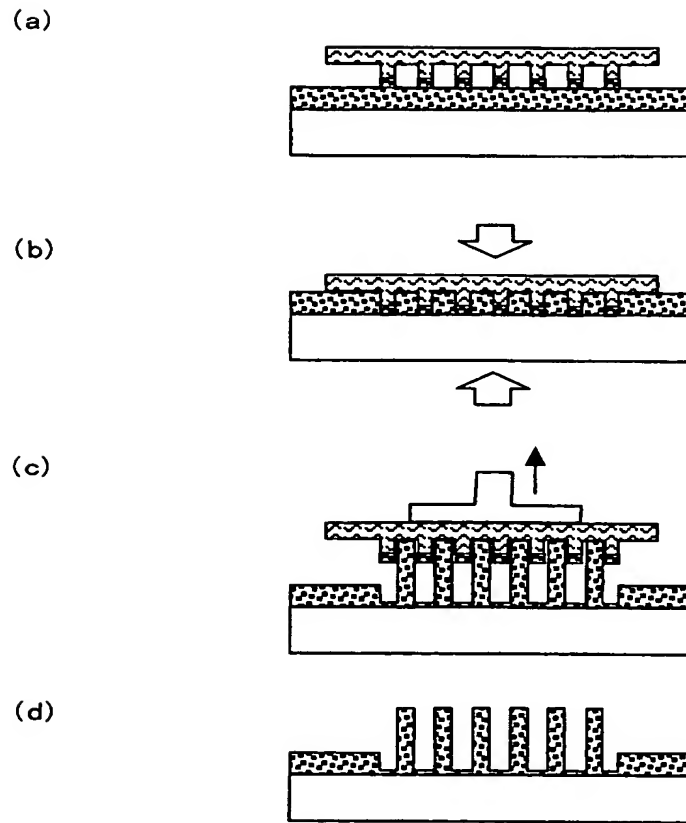
【図 2】



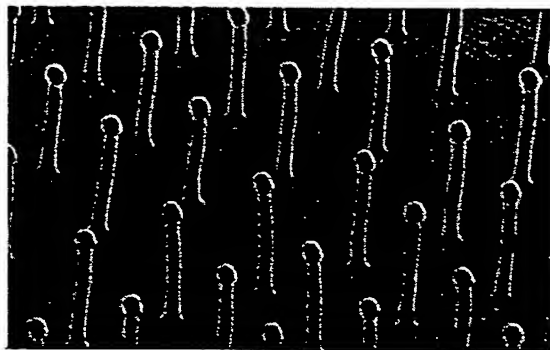
【図 3】



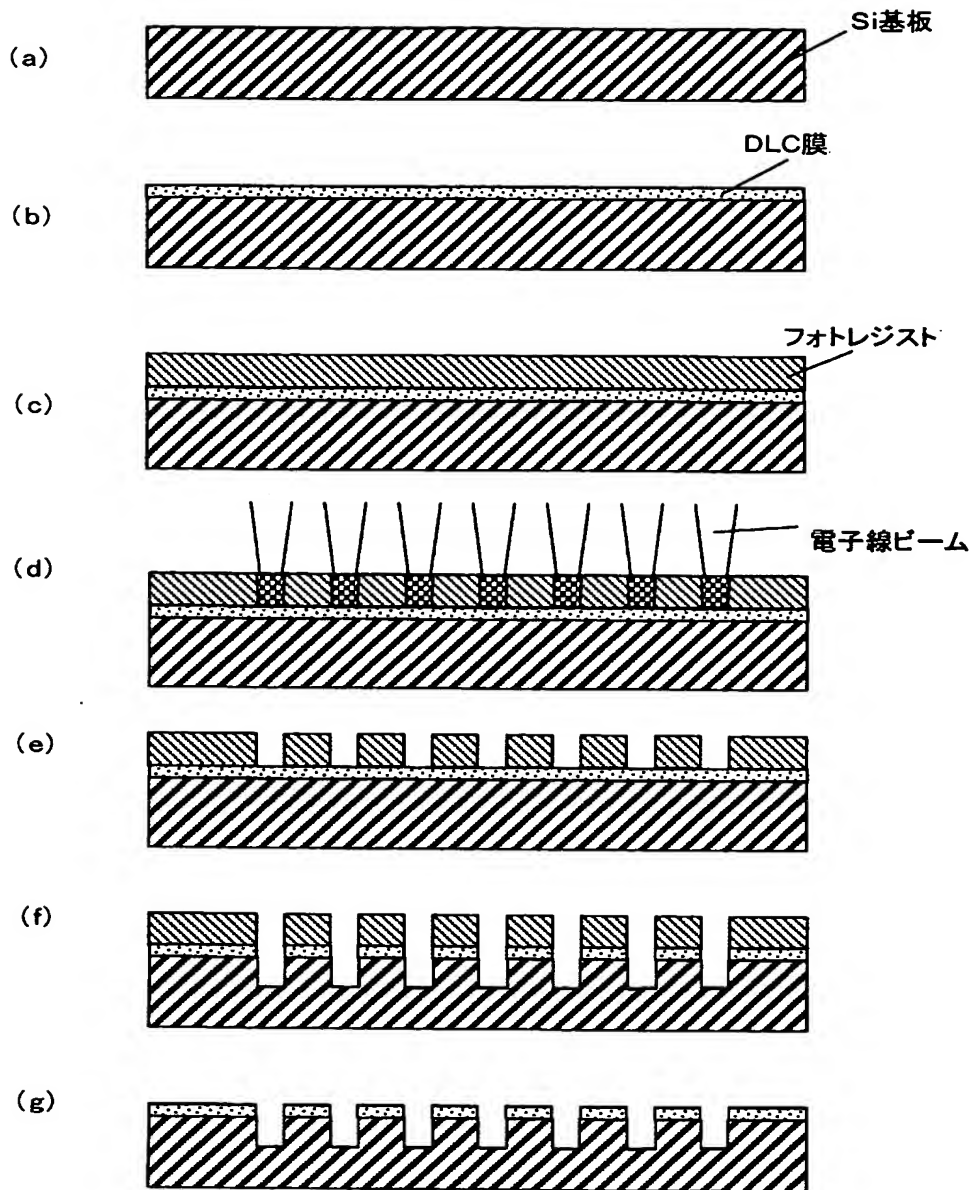
【図 4】



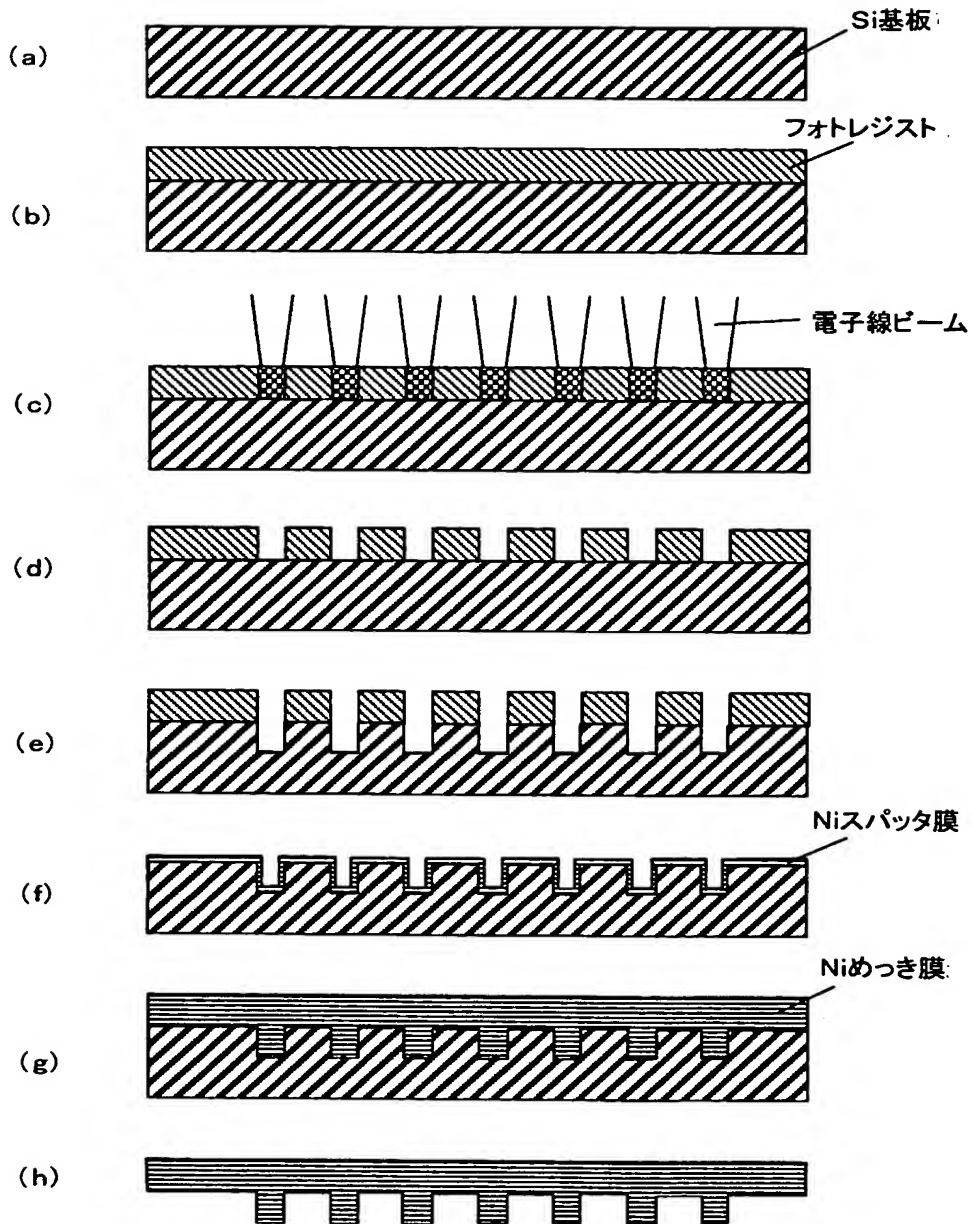
【図 5】



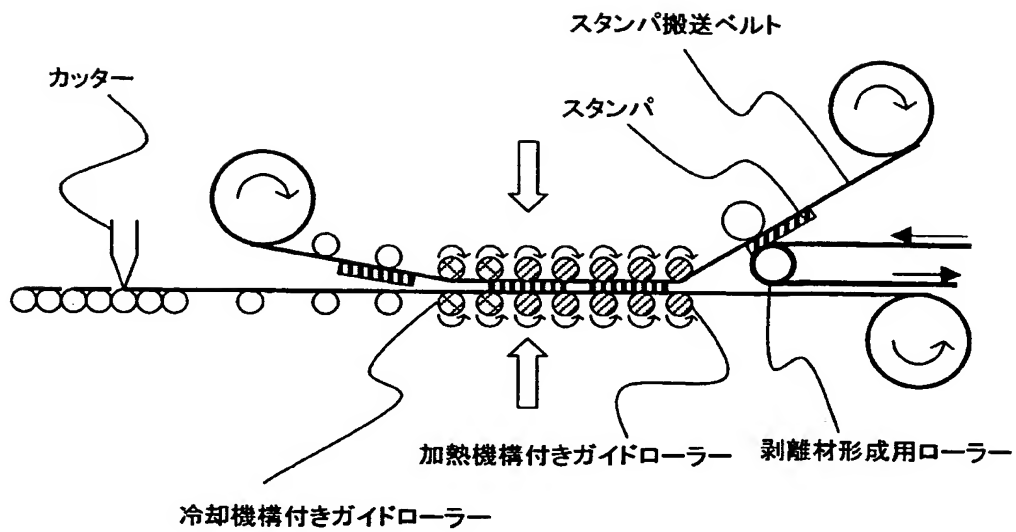
【図 6】



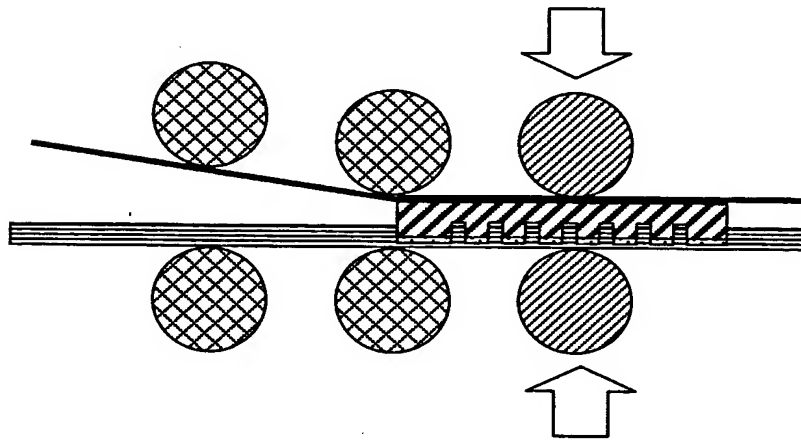
【図 7】



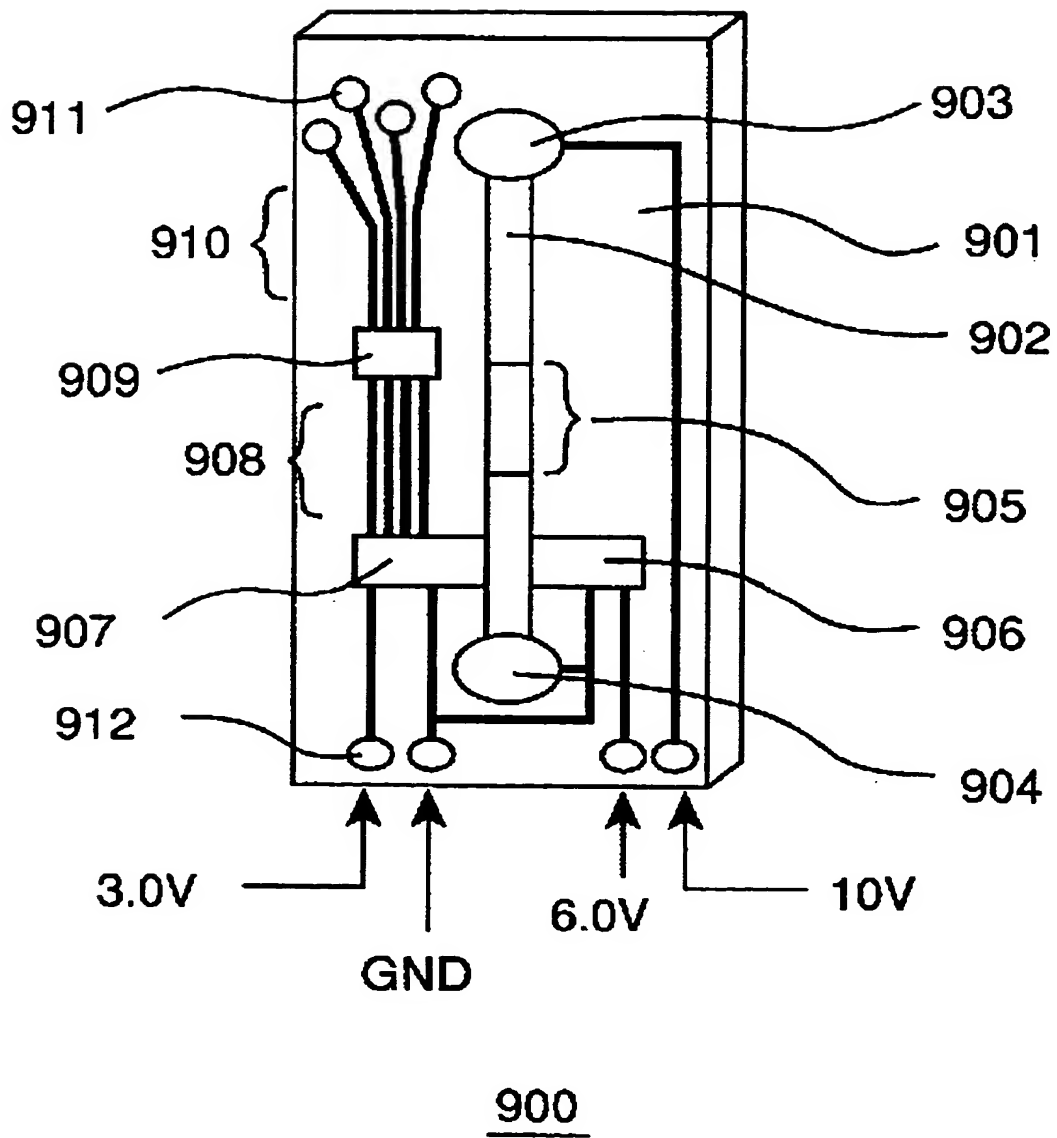
【図 8】



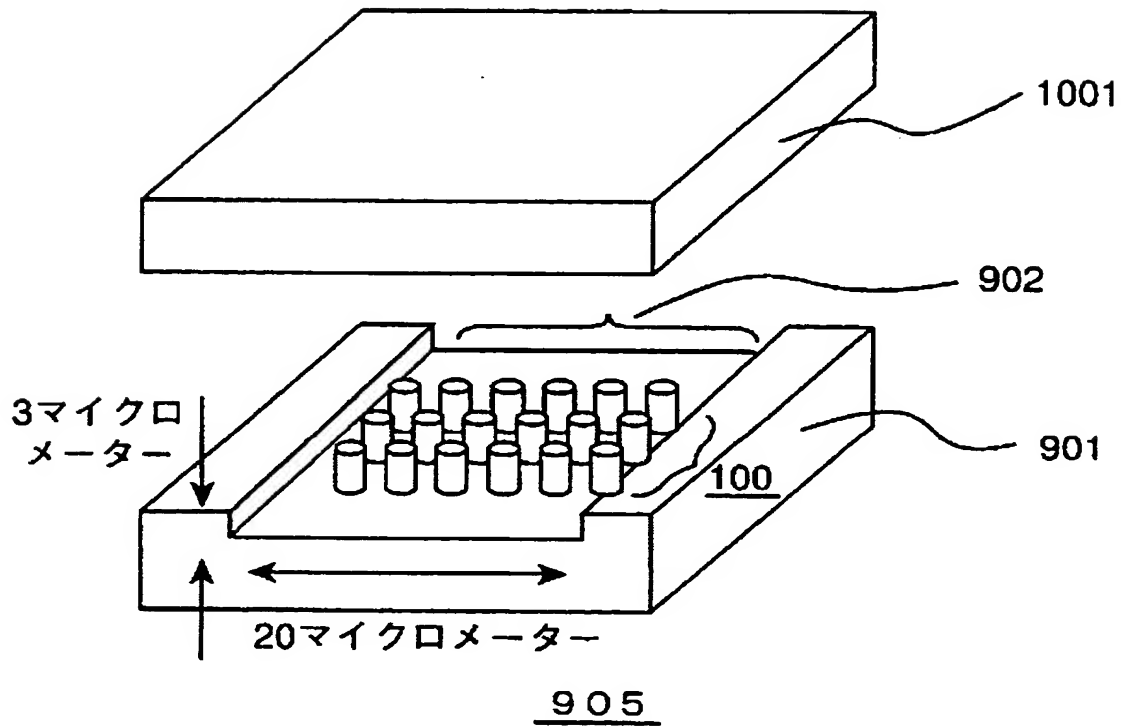
【図 9】



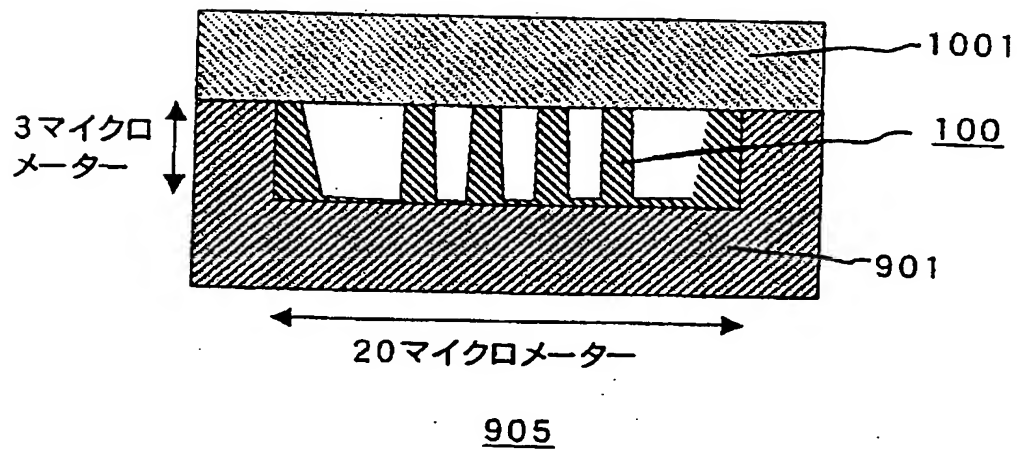
【図 1 0】



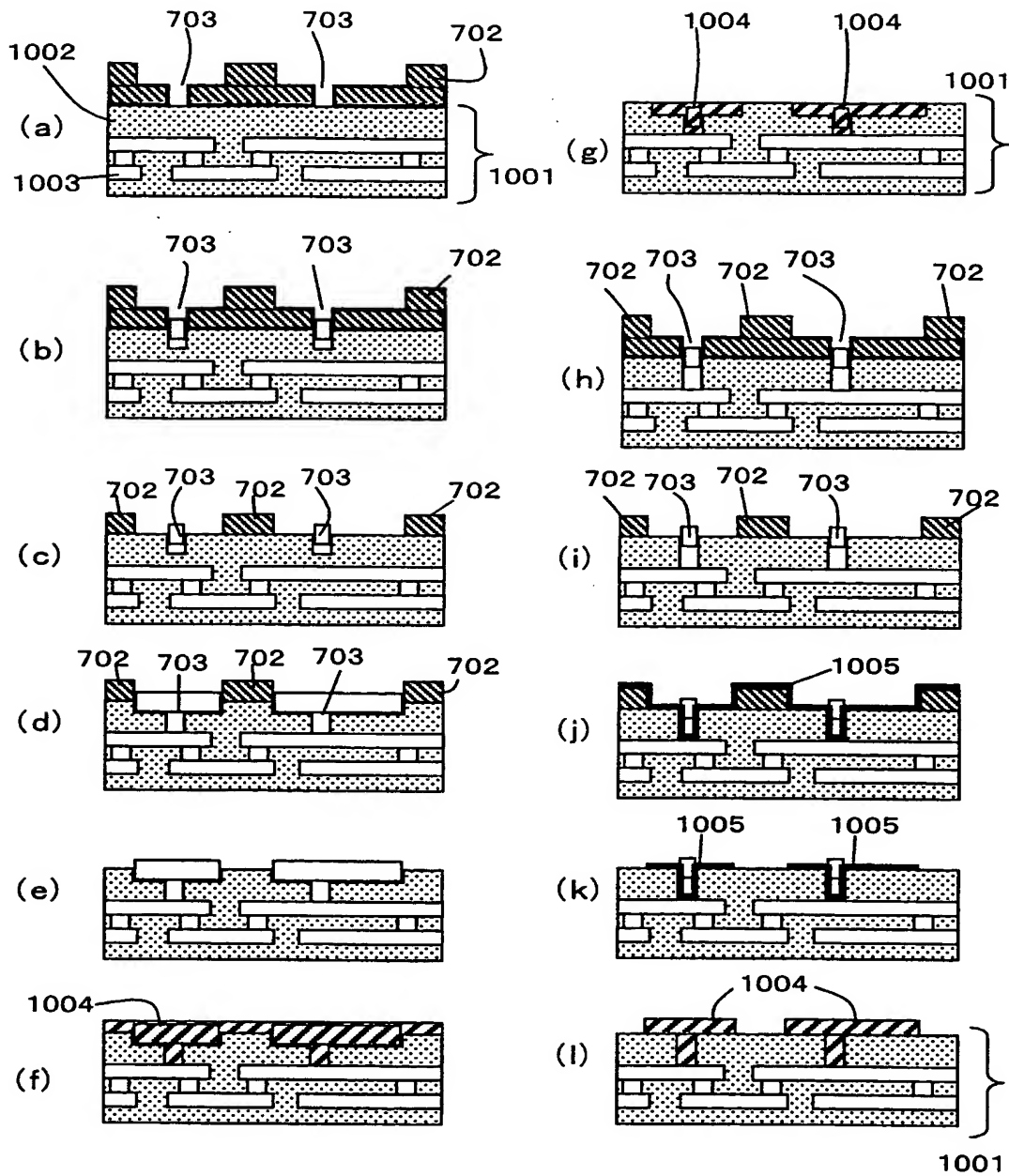
【図 11】



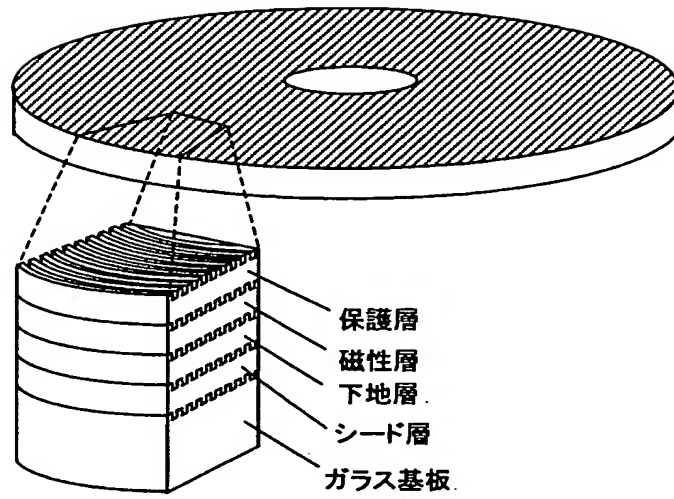
【図 12】



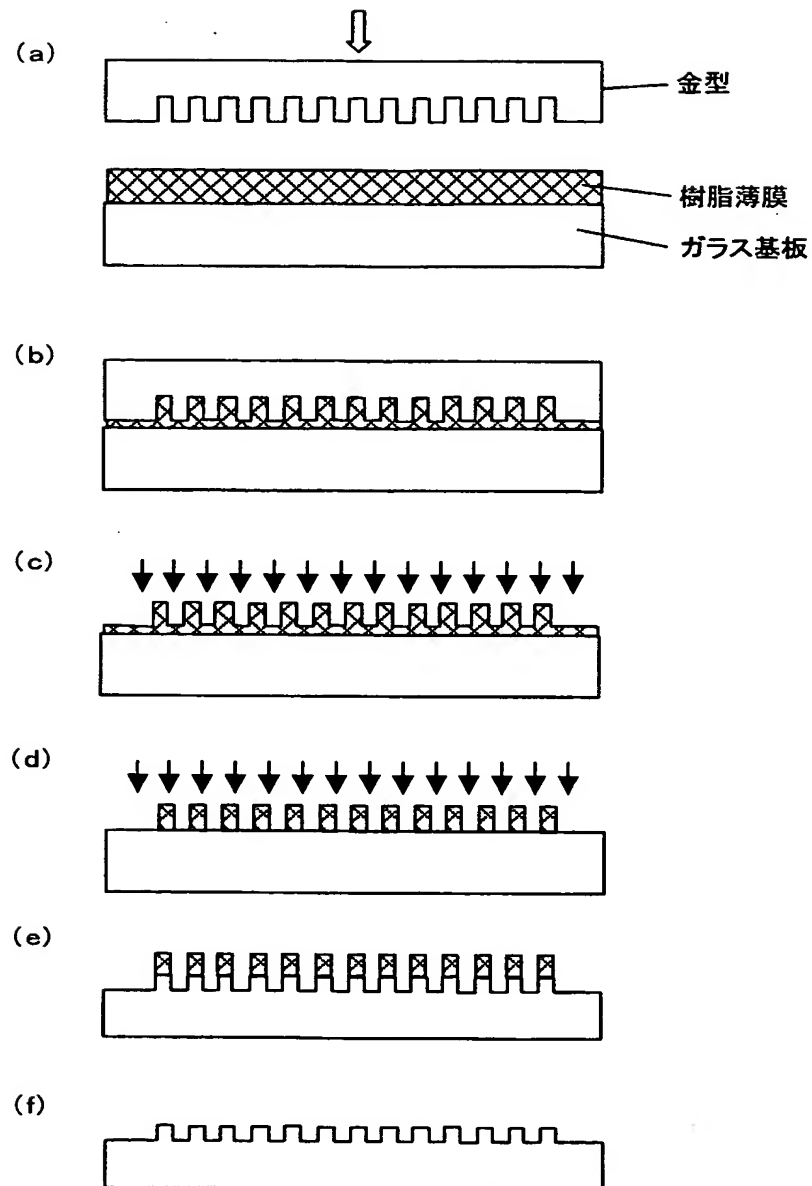
【図13】



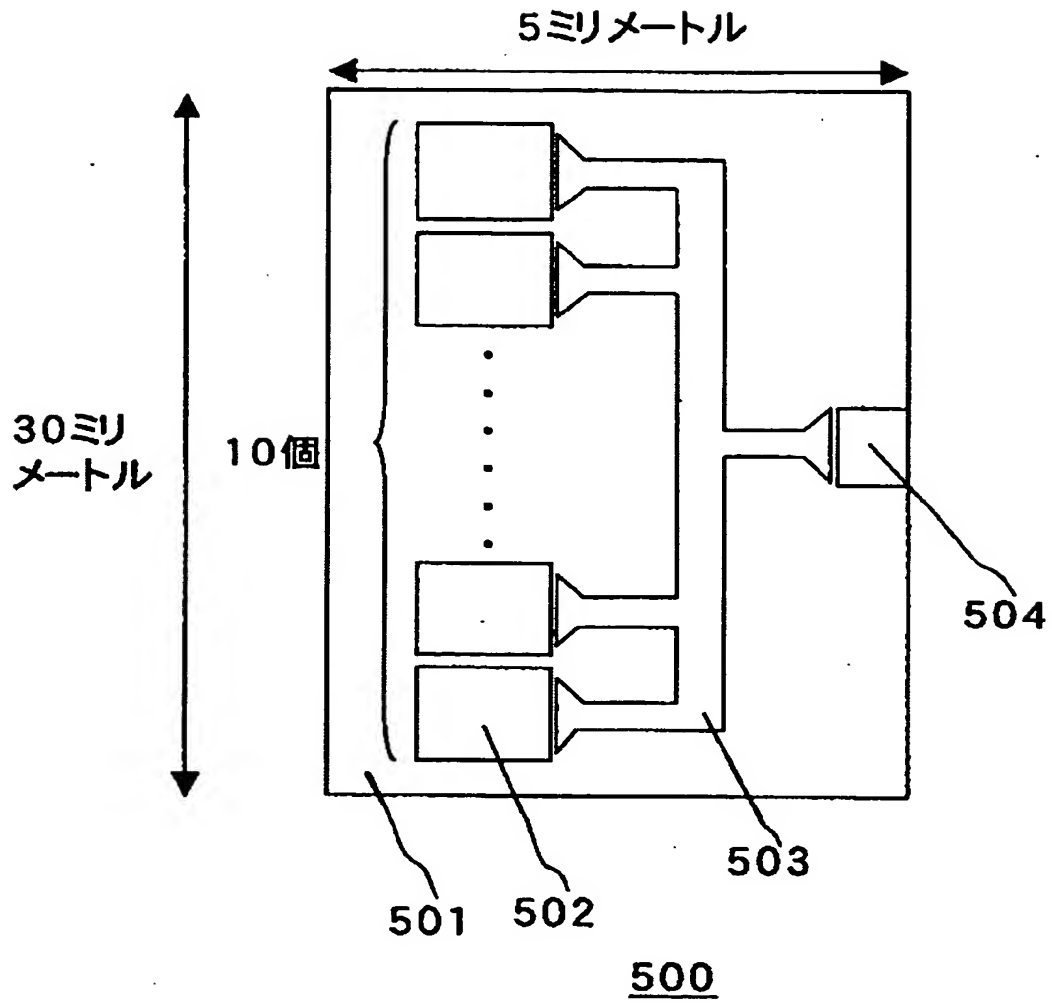
【図 1 4】



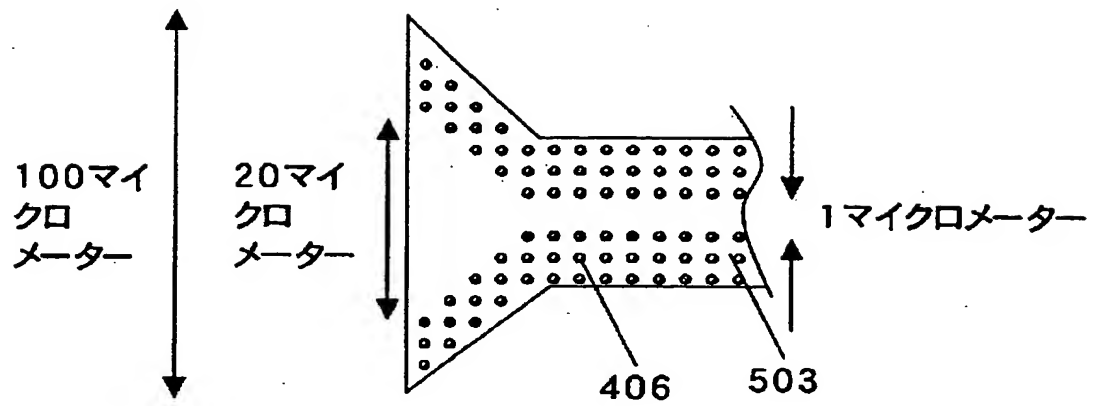
【図 15】



【図16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ナノプリント法において、高アスペクト比のピラーの転写を行うことを目的とする。

【解決手段】 基板上に微細構造を形成するために、基板と、表面に微細な凹凸が形成されたスタンプを、加熱・加圧するナノプリント装置において、前記スタンプが剥離材を転写・塗布する機構を有することを特徴とするナノプリント装置、及び該ナノプリント装置を用いる微細構造転写方法。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 7 7 2 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所